

1/3/1

DIALOG(R)File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat

(c) 2003 EPO. All rts. reserv.

18426302

Basic Patent (No,Kind,Date): JP 7038180 U2 19950714 <No. of Patents: 001> (English)

IPC: \*D04B-001/14;

Language of Document: Japanese

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applic No	Kind	Date
JP 7038180	U2	19950714	JP 93U57609	U	19930921 (BASIC)

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 93U57609 U 19930921

1/3/2

DIALOG(R)File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat

(c) 2003 EPO. All rts. reserv.

12257391

Basic Patent (No,Kind,Date): JP 7038180 A2 950207 <No. of Patents: 001>

GAS CIRCULATING LASER EQUIPMENT (English)

Patent Assignee: DAIHEN CORP

Author (Inventor): TOMITA NAOYOSHI

IPC: \*H01S-003/036; H01S-003/041; H01S-003/097

Derwent WPI Acc No: \*G 95-112329; G 95-112329

Language of Document: Japanese

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applic No	Kind	Date
JP 7038180	A2	950207	JP 93203026	A	930723 (BASIC)

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 93203026 A 930723

DIALOG(R)File 347:JAPI0

(c) 2003 JPO & JAPI0. All rts. reserv.

04745580 \*\*Image available\*\*

GAS CIRCULATING LASER EQUIPMENT

PUB. NO.: 07-038180 [JP 7038180 A]

PUBLISHED: February 07, 1995 (19950207)

INVENTOR(s): TOMITA NAOYOSHI

APPLICANT(s): DAIHEN CORP [000026] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

APPL. NO.: 05-203026 [JP 93203026]

FILED: July 23, 1993 (19930723)

INTL CLASS: [6] H01S-003/036; H01S-003/041; H01S-003/097

JAPI0 CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components); 42.3  
(ELECTRONICS -- Electron Tubes)

JAPI0 KEYWORD:R002 (LASERS)

#### ABSTRACT

PURPOSE: To eliminate pressure fluctuation which is generated when root blower and gas laser medium flow in a gas circulating system and reduce the fluctuation of laser beam power by generating the same amplitude and reverse phase pressure fluctuation by oscillating an oscillator.

CONSTITUTION: Gas laser medium is compressed by root blower 3 to be pushed into a cooler 4, and pressure fluctuation is generated. An oscillator 17 inputs an amplifying signal S4, and generates the pressure fluctuation of the same amplitude and reverse phase compared with the pressure fluctuation detected by a first pressure sensor 12. A second pressure sensor 18 arranged on the downstream side of the oscillator 17 detects the pressure fluctuation in a gas laser medium tube and inputs a second detecting signal S5 to an adjuster 15. The amplifying signal S4 corresponding to the first detecting signal S1 and the second detecting signal S5 detected by the first pressure sensor 12 and the second pressure sensor 18 is inputted to the oscillator 17 and the oscillator 17 is oscillated. Thus, the gas laser medium which allows no pressure fluctuation is carried to a laser resonator 1.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-38180

(43)公開日 平成7年(1995)2月7日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 S 3/036

3/041

3/097

7454-4M

H 0 1 S 3/ 03

J

8934-4M

3/ 04

G

審査請求 未請求 請求項の数1 F D (全 6 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平5-203026

(22)出願日

平成5年(1993)7月23日

(71)出願人 000000262

株式会社ダイヘン

大阪府大阪市淀川区田川2丁目1番11号

(72)発明者 富田 直良

大阪市淀川区田川2丁目1番11号 株式会社ダイヘン内

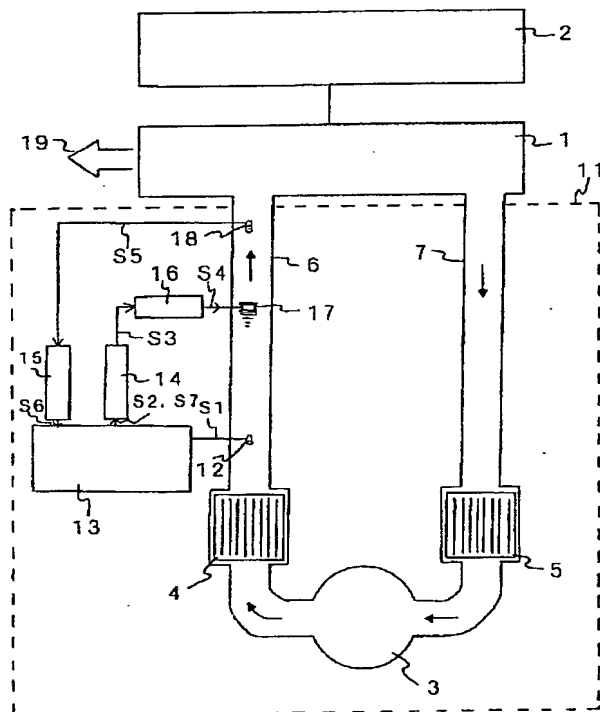
(74)代理人 弁理士 中井 宏

(54)【発明の名称】 ガス循環式レーザ装置

(57)【要約】

【目的】 本発明は、ガスレーザ媒質の圧力変動を減少したガス循環式レーザ装置を提供するものである。

【構成】 本発明のガス循環式レーザ装置は、レーザ共振器1と、ガス循環系11から成るガス循環式レーザ装置において、ガスレーザ媒質の圧力変動を検出して第1の検出信号S1を出力する第1の圧力センサ12と、フィードバック制御ユニット13と、波形信号S3を発生する波形発生器14と、波形信号S3を入力してガスレーザ媒質中に圧力変動を生じさせる振動子17と、ガスレーザ媒質の圧力変動を検出して第2の検出信号S5を出力する第2の圧力センサ18と、第2の検出信号S5を調整して調整信号S6をフィードバック制御ユニット13に入力する調整器15とを具備したことを特徴としている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ガスレーザ媒質を放電励起し、前記ガスレーザ媒質からレーザ共振によりレーザ光を取り出すレーザ共振器と、前記ガスレーザ媒質をレーザ共振器に循環させるガス循環系から成るガス循環式レーザ装置において、前記ガスレーザ媒質の圧力変動を検出して第1の検出信号を出力する第1の圧力センサと、前記第1の検出信号を位相反転して第1の反転信号を出力するフィードバック制御ユニットと、前記第1の反転信号を入力して波形信号を発生する波形発生器と、前記第1の圧力センサよりも下流側に位置して前記波形信号を入力してガスレーザ媒質中に圧力変動を生じさせる振動子と、前記振動子よりも下流側に位置して前記ガスレーザ媒質の圧力変動を検出して第2の検出信号を出力する第2の圧力センサと、前記第2の検出信号を調整して調整信号を前記フィードバック制御ユニットに入力する調整器とを具備したガス循環式レーザ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、レーザ加工機の加工性能を向上させるために、ガスレーザ媒質の圧力変動を減少したガス循環式レーザ装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 (図1及び図2の説明) 図1は、従来のガス循環式レーザ装置である高速軸流形CO<sub>2</sub>レーザ装置の構成を示す図である。同図において、1はレーザ共振器であり、高電圧電源2による放電励起でガスレーザ媒質を励起し、レーザ共振してレーザ光19を出力する。3はルーツブロワであり、排出側に設けたガス冷却器4とガス供給ダクト6とを経由してガスレーザ媒質をレーザ共振器1に送る。そして、ルーツブロワ3の吸引側に設けたガス排気ダクト7とガス冷却器5とを経由して、ガスレーザ媒質をレーザ共振器1からルーツブロワ3へ戻している。11はガス循環系であり、ルーツブロワ3、ガス冷却器4、ガス供給ダクト6、ガス排気ダクト7及びガス冷却器5から成る。ルーツブロワ3の回転に起因して発生する圧力変動及びガスレーザ媒質がガス循環系11を流れる際に発生する圧力変動(以下、圧力変動という)によって、放電電圧が変動する。その結果、励起の電力が変化して、レーザ光19の出力に変動が生じる。レーザ光19の出力に変動が生じると、レーザ加工の際に、切断面が粗くなるという問題点があった。

【0004】 このために従来技術においては、圧力変動を改善する手段として、特開平2-285686に開示されているように、ルーツブロワ3の排出側のガス供給ダクト6に側穴8を設け、接続ダクト9を用いて共鳴容器10を接続するなどのヘルムホルツの共鳴現象を利用した方法が、採用されている。

【0006】 図2 (A) 及び (B) は、図1に示すガス

供給ダクト6におけるガスレーザ媒質の圧力P [Torr] の時間的経過tの一例を示す図であって、図2

(A) は、ヘルムホルツの共鳴現象を利用しない場合であり、同図 (B) は、ヘルムホルツの共鳴現象を利用した場合である。同図 (A) 及び (B) において、平均圧力Paは60 [Torr] であり、周期は240 [Hz] である。同図 (B) に示すヘルムホルツの共鳴現象を利用した場合は、同図 (A) と比較して、圧力変動が、かなり改善されている。

## 【0010】

【発明が解決しようとする課題】 ガスレーザ媒質がガス循環系11を流れる際に生じる圧力変動は周波数も振幅も一定ではない。しかし、共鳴現象を利用した圧力変動の除去手段は、共鳴周波数又はその整数倍の周波数にしか効果がないために、図2 (B) に示すように、レーザ光19の出力を変動させる原因となる圧力変動を十分に低減することができないという問題があった。

【0012】 本発明の目的は、圧力変動を除去して、レーザ光19の出力変動を低減し、レーザ加工の品質を向上することである。

## 【0020】

【課題を解決するための手段】 本発明は、図3に示すように、ガスレーザ媒質を放電励起し、ガスレーザ媒質からレーザ共振によりレーザ光19を取り出すレーザ共振器1と、ガスレーザ媒質をレーザ共振器1に循環させるガス循環系11から成るガス循環式レーザ装置において、ガスレーザ媒質の圧力変動を検出して第1の検出信号S1を出力する第1の圧力センサ12と、第1の検出信号S1を位相反転して第1の反転信号S2を出力するフィードバック制御ユニット13と、第1の反転信号S2を入力して波形信号S3を発生する波形発生器14と、第1の圧力センサ12よりも下流側に位置して、波形信号S3を入力してガスレーザ媒質中に圧力変動を生じさせる振動子17と、振動子17よりも下流側に位置してガスレーザ媒質の圧力変動を検出して第2の検出信号S5を出力する第2の圧力センサ18と、第2の検出信号S5を調整して調整信号S6をフィードバック制御ユニット13に入力する調整器15とを具備したガス循環式レーザ装置である。

## 【0030】

【実施例】 (図3乃至図6の説明) 図3は、本発明のガス循環式レーザ装置の構成の実施例を示す図である。同図において、図1と同一の符号は図1の説明と同じであるので省略し、相違個所について説明する。図3において、12は第1の圧力センサであり、ガス供給ダクト6に設けられ、ガスレーザ媒質中の圧力変動を検出して第1の検出信号S1を出力する。13はフィードバック制御ユニットであり、第1の検出信号S1を位相反転し、第1の反転信号S2を波形発生器14に入力する。波形発生器14は、第1の反転信号S2をFFT (高速フー

リエ変換)による周波数分析を行い、波形信号S3をアンプ16に入力する。アンプ16は、波形信号S3を増幅して増幅信号S4を振動子17に入力する。

【0032】図3において、ガスレーザ媒質が、ルーツブロワ3によって圧縮され、冷却器4へ押し出されることによって、圧力変動が発生する。図4(A)はこの圧力P[Torr]の時間的経過tを示す図であって、平均圧力Pa及び周期は図2と同じである。図4(B)は、波形発生器14が第1の反転信号S2を入力してFFT(高速フーリエ変換)による周期数分析を行ったときの周波数F[Hz](横軸)と圧力強度レベル[dB](縦軸)との関係を示す図である。振動子17は、増幅信号S4を入力し、第1の圧力センサ12が検出した圧力変動と同じ振幅で逆位相の圧力変動を発生するので、ガスレーザ媒質中の圧力変動を打ち消すことになる。

【0034】しかし、振動子17の特性及び振動子17によって作り出された圧力変動と第1の圧力センサ12が検出した圧力変動とのカップリング状態にばらつきがあるので、圧力変動を十分に低いレベルまで打ち消すことが出来ない。そこで図3に示すように振動子17の下流側に第2の圧力センサ18を配置する。第2の圧力センサ18は、ガスレーザ媒質中の圧力変動を検出して、第2の検出信号S5を調整器15に入力する。調整器15は、検出信号S5をFFTによる周波数分析を行い、調整信号S6をフィードバック制御ユニット13へ入力する。フィードバック制御ユニット13は、調整信号S6を位相反転し、第2の反転信号S7を出力する。第2の反転信号S7は、第1の反転信号S2に加わり波形発生器14に入力する。波形発生器14は、第1の反転信号S2と第2の反転信号S7とに対応した波形信号S3をアンプ16に入力する。アンプ16は、増幅信号S4を振動子17に入力する。

【0036】図5(A)は、第2の圧力センサ18が検出する圧力P[Torr]の時間的経過tを示す図であって、平均圧力Pa及び周期は図2と同じである。第1の圧力センサ12によって振動子17を振動させ、ガスレーザ媒質中の圧力変動を打ち消した結果、圧力変動を十分に低いレベルまで打ち消していないことを示している。図5(B)は、調整器15が第2の検出信号S5を入力してFFTによる周波数分析を行ったときの周波数F[Hz](横軸)と圧力強度レベルL[dB](縦軸)との関係を示す図である。第1の圧力センサ12と第2の圧力センサ18とが検出する第1の検出信号S1と第2の検出信号S5とに対応した増幅信号S4を振動子17に入力して振動子17を振動させることによって、図6(A)に圧力P[Torr]の時間的経過tに示すように、圧力変動がほとんどないガスレーザ媒質が、レーザ共振器1に送られている。同図(A)において、平均圧力Pa及び周期は図2と同じである。図6

(B)は、この圧力変動をFFT解析したものであって、周波数F[Hz](横軸)と圧力強度レベルL[dB](縦軸)との関係を示す図である。

【0040】

【発明の効果】本発明のガス循環式レーザ装置は、ルーツブロワ3の回転に起因して発生する圧力変動及びガスレーザ媒質がガス循環系11を流れる際に発生する圧力変動を第1の圧力センサ12及び第2の圧力センサ18によって検出して、この圧力変動と同じ振幅で逆位相の圧力変動を振動子17を振動させて発生することによって、圧力変動がレーザ共振器1に伝播する前に打ち消すので、レーザ共振器1から出力されるレーザ光19の出力変動を著しく低減し、レーザ加工の品質を向上させる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、従来のガス循環式レーザ装置の構成を示す図である。

【図2】図2は、ガスレーザ媒質の圧力Pの時間的経過tを示す図である。

【図3】図3は、本発明のガス循環式レーザ装置の構成の実施例を示す図である。

【図4】図4は、圧力Pの時間的経過t及び周波数Fと圧力強度レベルLとの関係を示す図である。

【図5】図5は、圧力Pの時間的経過t及び周波数Fと圧力強度レベルLとの関係を示す図である。

【図6】図6は、圧力Pの時間的経過t及び周波数Fと圧力強度レベルLとの関係を示す図である。

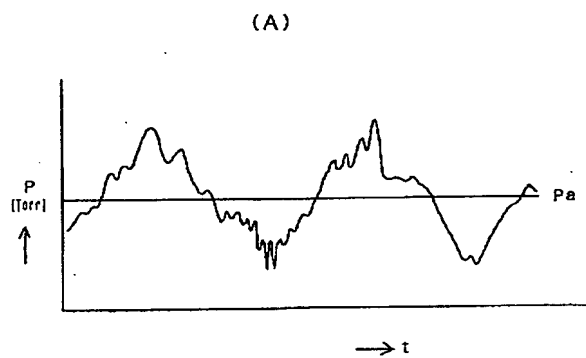
【符号の説明】

- 1 レーザ共振器
- 2 高電圧電源
- 3 ルーツブロワ
- 4, 5 ガス冷却器
- 6 ガス供給ダクト
- 7 ガス排気ダクト
- 8 側穴
- 9 接続ダクト
- 10 共鳴容器
- 11 ガス循環系
- 12 第1の圧力センサ
- 13 フィードバック制御ユニット
- 14 波形発生器
- 15 調整器
- 16 アンプ
- 17 振動子
- 18 第2の圧力センサ
- 19 レーザ光
- S1 第1の検出信号
- S2 第1の反転信号
- S3 波形信号
- S4 増幅信号

## S 7 第2の反転信号

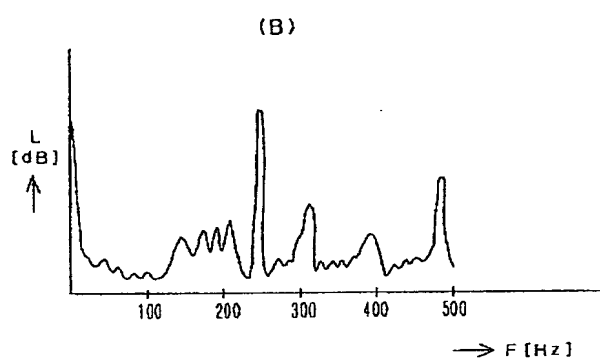
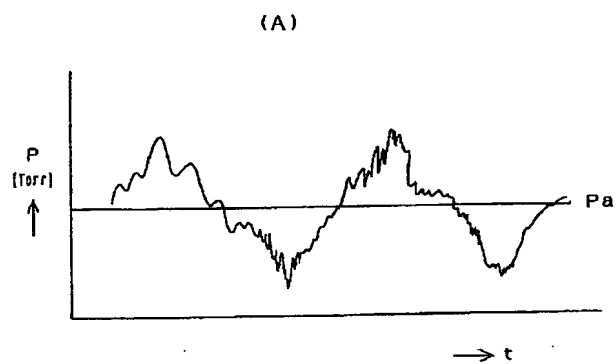
## S 7 第2の反転信号

【図 2】

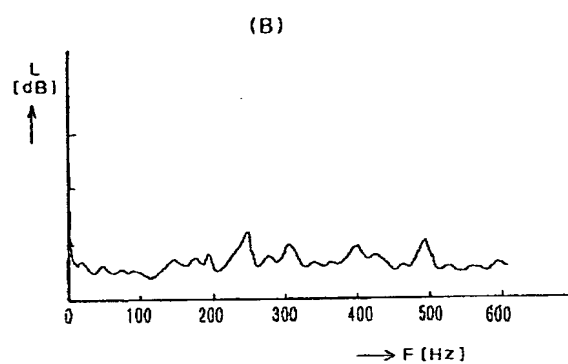
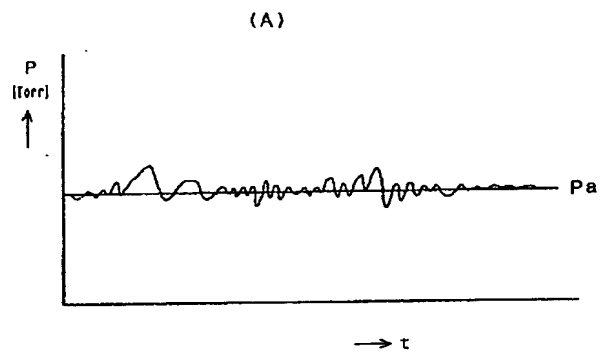


The graph shows pressure  $P$  on the vertical axis and time  $t$  on the horizontal axis. A horizontal line represents the initial pressure  $P_0$ . The curve starts at  $P_0$ , shows several oscillations with decreasing amplitude, and eventually returns to the  $P_0$  line. The label  $P_0$  is at the start of the curve, and  $P_0$  is at the end of the curve on the right.

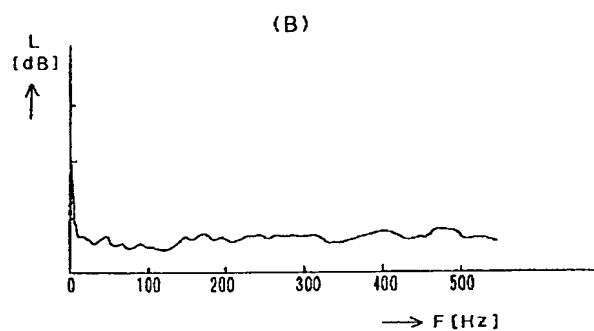
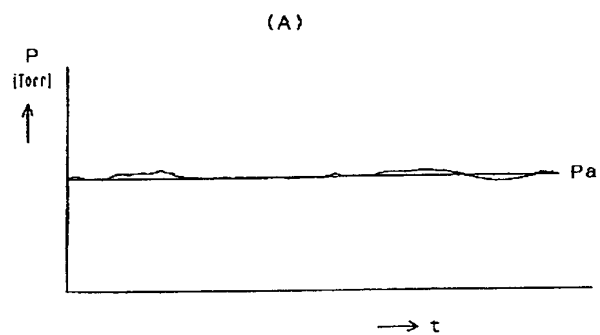
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

7454-4M

H O 1 S 3/097



(19) Japanese Patent Office (JP)

(12) Publication of Patent Application

(11) Laid-open No.: Hei 07-38180

(43) Laid-open Date: February 7, 1995

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: H 01 S      3/036  
                                 3/041  
                                 3/097

(21) Application No.: Hei 05-203026

(22) Application Date: July 23, 1993

(71) Applicant: 000000262

Daihen Corporation  
2-1-11 Tagawa, Yodogawa-ku, Osaka 532-8512, Japan

(72) Inventor: Naoyoshi TOMITA

c/o Daihen Corporation  
2-1-11 Tagawa, Yodogawa-ku, Osaka 532-8512, Japan

(74) Agent: Patent attorney, Hiroshi NAKAI

(54) [Title of the Invention] GAS CIRCULATING LASER APPARATUS

(57) [Abstract]

[Purpose]

The present invention provides a gas circulating laser apparatus wherein the fluctuation of a gas laser medium is reduced.

[Structure]

A gas circulating laser apparatus of the present invention is characterized by having: a laser resonator 1; a first pressure sensor 12 detecting the pressure fluctuation of a gas laser medium to output a first detection signal S1 in a gas circulating laser apparatus including a gas circulating system 11; a feedback-controlling unit 13; a waveform generator 14 producing a waveform signal S3; an oscillator 17 inputting the waveform signal S3 to induce the pressure fluctuation in the gas laser medium; a second pressure sensor 18 detecting the pressure fluctuation of a gas laser medium to output a second

detection signal S5; and a regulator 15 regulating the second detection signal S5 to output a regulating signal S6 into the feedback-controlling unit 13.

[Scope of Claim]

[Claim 1]

A gas circulating laser apparatus having:

a laser resonator conducting discharge excitation to extract laser beam from said gas laser medium by laser resonantance;

a first pressure sensor detecting pressure fluctuation of said gas laser medium to output a first detection signal in a gas circulating laser apparatus which includes a gas circulating system making said gas laser medium to circulate inside a laser resonator;

a feedback-controlling unit reversing the phase of said first detection signal to output a first inversion signal;

a waveform generator inputting said first inversion signal to produce a waveform signal;

an oscillator inputting said waveform signal to induce pressure fluctuation in a gas laser medium by placing closer to a down stream side than said first pressure sensor;

a second pressure sensor detecting the pressure fluctuation of said gas laser medium to output a second detection signal by placing closer to the down stream side than said oscillator; and

a regulator regulating said second detection signal to input a regulating signal into said feedback-controlling unit.

[Detailed Description of the Invention]

[Industrial Field of the Invention]

[0001]

The present invention relates to a gas circulating laser apparatus reducing the pressure fluctuation of a gas laser medium for improving the machining performance of a

laser beam machine.

[0002]

[Prior Art]

(Description of Figs. 1 and 2) Fig .1 is a drawing showing a structure of a CO<sub>2</sub> laser apparatus of high-speed axial-flow type, which is an existing gas circulating laser apparatus. In the figure above, 1 denotes a laser resonator activating a gas laser medium by discharge excitation from a high-voltage power supply 2 to output laser beam 19 by laser resonantance. 3 denotes roots blower sending the gas laser medium to the laser resonator 1 through a syngas cooler 4 and a gas-supplying duct 6 provided on a discharging side. Then, it returns the gas laser medium from the laser resonator to the root blower through gas-discharging duct 7 and a syngas cooler 5 provided on an aspiration side of the roots blower. 11 denotes a gas circulating system consisting of the roots blower 3, the syngas cooler 4, the gas-supplying duct 6, the gas discharging duct and the syngas cooler 5. Discharge voltage fluctuates by the pressure fluctuation that is caused by the rotating of the roots blower 3 and the pressure fluctuation that is generated when the gas laser medium flows through the gas circulating system 11 (hereafter referred to pressure fluctuation). As a result, the electric power of excitation is changed to induce the fluctuation in outputting the laser 19. If the fluctuation arises in outputting the laser beam 19, the problem that a cut surface becomes rough in laser processing.

[0004]

Accordingly, in existing technique, like disclosed by Japanese published examined application Hei 2-285686, a method using Helmholtz resonance phenomenon, which provides a side hole 8 on the gas-supplying duct of the discharging side of the roots blower 3 and connects a resonance container 10 by using a connecting duct 9 as a means for improving pressure fluctuation.

[0006]

Figs. 2 (A) and (B) are charts showing an example of the time passage  $t$  of gas laser medium's pressure  $P$  (Torr) in the gas-supplying duct 6 shown in Fig. 1. Fig. 2 (A) is the case not using Helmholtz resonance phenomenon, on the other hand, Fig. 2 (B) is the case using Helmholtz resonance phenomenon. In Figs. 2 (A) and (B), an average pressure  $P_a$  is 60 (Torr), and the cycle is 240 (Hz). When a Helmholtz resonance phenomenon is used, the pressure fluctuation is improved remarkably compared with Fig. 2 (A).

[0010]

[Problems to be Solved by the Invention]

Gas fluctuation arises when a gas laser medium flows through the gas circulation system 11 is not stable in frequency nor amplitude. However, since the means for eliminating the pressure fluctuation using resonance phenomenon is effective only in resonance frequency and the frequency of its integral multiple, there was a problem that the pressure fluctuation which is to be a cause to fluctuate the output of laser beam 19 cannot sufficiently be reduced as shown in Fig. 2 (B).

[0012]

The object of the invention is eliminating pressure fluctuation, reducing output fluctuation of the laser beam 19, and improving the quality of laser machining.

[0020]

[Means for Solving the Problems]

The invention is, as shown in Fig. 3, a laser resonator conducting discharge excitation to extract laser beam 19 from the gas laser medium by laser resonantance, a first pressure sensor 12 detecting pressure fluctuation of the gas laser medium to output a first detection signal  $S1$  in a gas circulating laser apparatus which includes a gas circulating system 11 making the gas laser medium to circulate inside the laser resonator 1; a feedback-controlling unit 13 reversing the phase of the first detection signal  $S1$  to output a

first inversion signal S2; a waveform generator 14 inputting the first inversion signal S2 to produce a waveform signal S3; an oscillator 17 inputting the waveform signal S3 to induce pressure fluctuation in a gas laser medium by placing closer to a down stream side than the first pressure sensor 12, a second pressure sensor 18 detecting the pressure fluctuation of the gas laser medium to output a second detection signal S5 by placing closer to the down stream side than the oscillator 17; and a regulator 15 regulating the second detection signal S5 to input a regulating signal S6 into said feedback-controlling unit 13.

[0030]

[Embodiment]

(Description of Figs. 3 to 6) Fig. 3 is a drawing showing an embodiment of a structure of a gas circulating laser apparatus in the present invention. In Fig. 3, the description for the symbols that has the same symbols as Fig.1 is omitted, since the description of the symbols is the same as that of Fig. 1, so the differences are described. In Fig. 3, 12 denotes a first pressure 12 being provided in a gas-supplying duct 6 to output a first detecting signal S1 by detecting a pressure fluctuation in a gas laser medium. 13 denotes a feedback-controlling unit reversing the phase of a first detection signal S1 to input a first inversion signal S2 into a waveform generator 14. The waveform generator 14 analyzes the frequency of the first inversion signal S2 by FFT (fast Fourier transform) to input a waveform signal S3 into an amp 16. The amp 16 amplifies the waveform signal S3 to input an amplification signal S4 into an oscillator 17.

[0032]

In Fig. 3, the gas laser medium is compressed by the roots blower 3 to be pushed into a syngas cooler 4; accordingly, pressure fluctuation arises. Fig. 4 (A) is a chart showing the time passage  $t$  of pressure  $P$  (Torr), an average pressure  $P_a$  and a cycle are the same as those of Fig. 2. Fig. 4 (B) is a chart showing the relation

between frequency  $F$  (Hz) (abscissa axis) when a waveform generator 14 inputs the first inversion signal  $S2$  to conduct frequency analysis by FFT (fast Fourier transform) and pressure intensity level (DB) (ordinate). Since the oscillator 17 inputs the amplification signal  $S4$  and generates antiphase pressure fluctuation with the same amplitude as that of the pressure fluctuation detected by the first pressure sensor 12, the fluctuation in the gas laser medium is to be eliminated.

[0034]

However, since there is the variation in the coupling state of the pressure fluctuation generated by the oscillator and its characteristic and the pressure fluctuation detected by the first pressure sensor 12, the pressure fluctuation cannot be eliminated sufficiently to low level. Then, as shown in Fig. 3, a second pressure sensor 18 is arranged on the down-stream side of the oscillator 17. The second pressure sensor 18 detects the pressure fluctuation in gas laser medium to input a second detection signal  $S5$  into a regulator 15. The regulator 15 analyze frequency by FFT to input a regulation signal  $S6$  into the feedback-controlling unit 13. The feedback-controlling unit 13 reverses the phase of the regulating signal  $S6$  to output a second inversion signal  $S7$ . The second inversion signal  $S7$  inputs into the waveform generator 14 joining the first inversion signal  $S2$ . The waveform generator 14 inputs a waveform signal  $S3$  that corresponds to the first inversion signal  $S2$  and the second inversion signal  $S7$  into an amp 16. The amp 16 inputs the amplification signal  $S4$  into the oscillator 17.

[0036]

Fig. 5 (A) is a chart showing the time passage  $t$  of the pressure  $P$  (Torr) detected by the second pressure sensor 18, average pressure  $P_a$  and a cycle are the same as those of Fig. 2. It shows the pressure fluctuation is not eliminated sufficiently to low level as a result of making the oscillator 17 vibrate by the first pressure sensor 12 to eliminate the pressure fluctuation in the gas laser medium. Fig. 5 (B) is the chart

showing the relation between frequency  $F$  (Hz) (abscissa axis) when the regulator 15 inputs the second detection signal  $S5$  to conduct frequency analysis by FFT and pressure intensity level  $L$  (DB) (ordinate). By inputting the first detection signal  $S1$  detected by the first pressure sensor 12 and the second pressure sensor 18, and the amplification signal  $S4$  corresponding to the second detection signal  $S5$  into the oscillator 17, and by making those vibrate, gas laser medium having no fluctuation is sent to the laser resonator 1 as shown in the time passage  $t$  of pressure  $P$  (Torr) in Fig. 6 (A). In Fig. 6 (A), an average pressure  $P_a$  and a cycle are the same as those of Fig. 2. Fig. 6 (B) is what conducts FFT analysis of this fluctuation, and it is a chart showing the relation between frequency  $F$  (Hz) (abscissa axis) and pressure intensity level (DB) (ordinate).

[0040]

[Effects of the Invention]

A gas circulating laser apparatus in the present invention by detecting the pressure fluctuation which arises from the rotation of the roots blower 3 and the fluctuation which arises when a gas laser medium flows through the gas circulating system 11 by the first pressure sensor 12 and the second pressure sensor 18 to generate antiphase pressure fluctuation with the same amplitude as above pressure fluctuation from vibrating the oscillator 17, pressure fluctuation is eliminated before it reaches the laser resonator 1. Therefore, a gas circulating laser apparatus in the present invention has the effect that reduce the fluctuation of the laser beam 19 outputted from the laser resonator 1 dramatically to improve the quality of laser machining.

[Brief Description of the Drawings]

[Fig. 1] Fig. 1 is a drawing showing the structure of an existing gas circulating laser apparatus.

[Fig. 2] Figs. 2 are charts showing the time passage  $t$  of the pressure of gas laser medium  $P$ .

[Fig. 3] Fig. 3 is a drawing showing the embodiment of structure of a gas circulating in the present invention.

[Fig. 4] Figs. 4 are charts showing the time passage  $t$  of pressure  $P$  and the relation between frequency  $F$  and pressure intensity level  $L$ .

[Fig. 5] Figs. 5 are charts showing the time passage  $t$  of pressure  $P$  and the relation between frequency  $F$  and pressure intensity level  $L$ .

[Fig. 6] Figs. 6 are charts showing the time passage  $t$  of pressure  $P$  and the relation between frequency  $F$  and pressure intensity level  $L$ .

[Description of the Symbols]

- 1 A laser resonator
- 2 A high-voltage power supply
- 3 A roots blower
- 4, 5 A syngas cooler
- 6 A gas supplying duct
- 7 A gas-discharging duct
- 8 A side hole
- 9 A connecting duct
- 10 A resonance container
- 11 A gas circulating system
- 12 A second pressure sensor
- 13 A feedback-controlling unit
- 14 A waveform generator
- 15 A regulator
- 16 An amp
- 17 An oscillator
- 18 A second pressure sensor



- 19 Laser beam
- S1 A first detection signal
- S2 A first inversion signal
- S3 A waveform signal
- S4 A amplification signal
- S5 A second detection signal
- S6 A regulating signal